

Приступая к реализации проекта, мы не ставили перед собой задачу сделать его лучше всех. Амбициозные задачи поставила перед нами сама жизнь, а именно: необходимость уложиться в узкие сроки получения отдачи на инвестиции; климатические ограничения по проведению работ и транспортировке оборудования (часть оборудования была критически чувствительна к минусовым температурам); необычно высокая загруженность узкоспециализированных подрядных организаций в связи с большим количеством модернизируемых в этом году КДМ (8 против обычных двух в год).

Но это не все достигнутые командой проекта результаты. С нами останутся полученные нами опыт и знания. Реализуя по-настоящему сложный нелинейный производственный проект, мы научились: достигать результата в условиях высокой неопределенности; отказываться от межфункциональных барьеров; принимать решения быстро, вместе и брать на себя ответственность. Мы смогли освоить и эффективно реализовать такой контринтуитивный и непривычный способ управления проектами, как SCRUM!

Список литературы

1. Сазерленд Джефф. Scrum. Революционный метод управления проектами. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 186 с.
2. Нелюбина Т.А., Романова О.А. Управление инновационной восприимчивостью социально-экономических систем. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2010. – 257 с.
3. Бондаренко В.А. О сложности дискретных задач. Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, [Электронный ресурс]. URL: http://www.edu.yar.ru/russian/pedbank/sor_prof/bondarenko/chast2.html (дата обращения 30.06.2009).

УДК 661.728

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ БЕЛЕННОЙ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Носкова О.А.¹, Сахно Н.В.¹, Некрасова Е. Ю.¹, Бритвина А.О.¹

¹ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь

Ключевые слова: хвойная целлюлоза, лиственная целлюлоза, гидролиз, соляная кислота, порошковая целлюлоза, степень полимеризации

Аннотация. С помощью математического планирования эксперимента разработаны оптимальные условия получения порошковой целлюлозы из беленой хвойной сульфатной целлюлозы, предназначенной для бумажного производства. По разработанным условиям получена порошковая целлюлоза для пищевой промышленности. По аналогичным условиям получен целлюлозный порошок из беленой лиственной сульфатной целлюлозы. Проведен сравнительный анализ свойств и структуры полученных образцов порошковой целлюлозы.

PREPARATION OF POWDER PULP FROM BELATE SULPHATIC PULP

Noskova O.A.¹, Sakhno N.V.¹, Nekrasova E.U.¹, Britvina A.O.¹

¹Perm National Research Polytechnic University, Perm

Key words: softwood pulp, hardwood pulp, hydrolysis, hydrochloric acid, powdered cellulose, degree of polymerization

Abstract. With the help of the experiment planned mathematically, optimal conditions for the production of powdered pulp from bleached softwood sulphate pulp for papermaking were developed. According to the developed conditions powdered cellulose for the food industry was obtained. Under similar conditions, pulp powder from bleached hardwood sulphate pulp was obtained. A

comparative analysis of the properties and structure of the obtained samples of powdered cellulose was carried out.

В последние несколько десятилетий значительное внимание уделяется получению, исследованию свойств и возможностей применения целлюлозы в форме порошка, в том числе микрокристаллической целлюлозы (МКЦ). Интерес к данной проблеме связан с возможностями применения порошковой микрокристаллической целлюлозы в областях, не характерных для традиционной волокнистой целлюлозы. МКЦ является в настоящее время промышленным препаратом и используется во многих отраслях промышленности – пищевой, фармацевтической, медицинской и косметической. Также возможно использование порошковой целлюлозы в качестве добавки при переработке синтетических полимеров и в производстве материалов высокой прочности и термостойкости, при получении производных на ее основе, а также в аналитической химии для колоночной и тонкослойной хроматографии [1]. Ранее на кафедре ТЦБП ПНИПУ были разработаны оптимальные условия получения порошковой целлюлозы из высококачественного традиционного сырья – хлопковой и древесной сульфитной вискозной целлюлозы. Порошковую целлюлозу получали методом кислотного гетерогенного гидролиза. В качестве деструктурирующих агентов были использованы водные растворы соляной и азотной кислот.

В настоящее время хлопковая и древесная вискозная сульфитная целлюлоза в нашей стране не производится и являются импортным сырьем. Это вызывает трудность их поставки высокого качества и обуславливает высокую стоимость.

Цель данной работы – исследование возможности использования беленой древесной целлюлозы, предназначенной для производства бумаги, в качестве сырья для получения порошковой целлюлозы. Порошковую целлюлозу предлагается использовать в пищевой, фармацевтической и медицинской промышленности. В данной работе в качестве исходного сырья для получения порошковой целлюлозы были использованы образцы беленой хвойной и лиственной сульфатной целлюлозы, предназначенной для получения бумаги, производства ОАО «Группа «ИЛИМ». Характеристика исходного сырья приведена в таблице 1. Для сравнения в таблице приведены показатели для древесной сульфитной вискозной целлюлозы, используемой нами ранее для получения порошковой целлюлозы.

Поскольку данные образцы целлюлозы предложено использовать для получения порошковой целлюлозы, поэтому в образцах волокнистой целлюлозы были определены показатели, характерные для целлюлозы, предназначенной для химической переработки. К таким показателям относятся массовая доля альфа-целлюлозы, степень полимеризации (СП), степень химической чистоты, т.е. наличие в целлюлозе нецеллюлозных примесей: смол и жиров, золы, лигнина.

Таблица 1

Характеристика образцов волокнистой целлюлозы

Показатели целлюлозы	Хвойная беленая сульфатная бцеллюлоза	Лиственная беленая сульфатная бцеллюлоза	Хвойная сульфитная вискозная целлюлоза
Массовая доля в целлюлозе:			
- альфа-целлюлозы	87,7	86,6	92,0
- смол и жиров	0,83	1,28	0,30
- золы	0,11	0,08	0,12
- лигнина	0,09	0,06	-
СП	750	900	750
Белизна, %	85,5	84,3	88,2

Все образцы волокнистой целлюлозы характеризуются достаточно высоким содержанием альфа-целлюлозы, однако наибольшее значение этого показателя имеет сульфитная вискозная целлюлоза, процесс получения которой включает стадию горячего облагоражи-

вания. Также отличительной особенностью сульфитной вискозной целлюлозы является низкое содержание смол и жиров, высокая белизна по сравнению с сульфатной целлюлозой.

Для лиственной целлюлозы характерно, в отличие от хвойной, более высокое содержание экстрактивных веществ, экстрагируемых органическим растворителем, и высокое значение степени полимеризации.

Все образцы целлюлозы характеризуются невысокой массовой долей золы и лигнина.

Различия в свойствах представленных образцов объясняются разными способами варки, отличиями химического состава и морфологического строения древесного сырья. Порошковую целлюлозу получали методом кислотного гидролиза. В качестве деструктирующих агентов для гидролиза целлюлозы использовали водные растворы соляной кислоты, так как соляная кислота, в отличие от других минеральных кислот, характеризуется высокой каталитической активностью.

С целью получения целлюлозного порошка требуемого качества для пищевой, фармацевтической и медицинской промышленности (степенью полимеризации порошковой целлюлозы не более 250, максимальными выходом и белизной) при рациональных и экономичных режимах была проведена оптимизация условий гидролиза волокнистой целлюлозы с помощью математического планирования эксперимента. Объектом оптимизации выбрана хвойная сульфатная целлюлоза, гидролизующим агентом – водные растворы соляной кислоты. Обработка результатов эксперимента была выполнена с использованием программы STATGRAPHICS, V5.01 [2]. При этом для каждого выходного параметра (степени полимеризации, выхода и белизны порошковой целлюлозы) получены уравнения регрессии. Оптимизация с помощью программы STATGRAPHICS дала следующие оптимальные условия гидролиза сульфатной хвойной целлюлозы: температура 96 °С, продолжительность 110 мин и концентрация соляной кислоты 1,68 н. Была получена порошковая целлюлоза со степенью полимеризации 235, выходом продукта 86,3 % и белизной 81,1 %.

Затем по оптимальным условиям гидролиза хвойной беленой сульфатной целлюлозы был проведен гидролиз лиственной беленой сульфатной целлюлозы для определения возможности использования ее в качестве сырья для получения порошковой целлюлозы.

В процессе гидролиза при действии минеральных кислот на волокна целлюлозы происходит разрушение аморфной части микрофибрилл целлюлозы, что приводит к нарушению волокнистой структуры целлюлозы, уменьшению линейных размеров волокна и образованию порошка. В результате гидролиза целлюлозы образуется смесь продуктов различной молекулярной массы и различных размеров.

Весьма наглядное представление об изменениях линейных размеров волокон в целлюлозе гидролиза дают микрофотографии образцов волокнистой целлюлозы и полученной из нее порошковой целлюлозы. На рисунке 1 (а, б) показаны длинные волокна исходных волокнистых образцов хвойной и лиственной целлюлозы. В процессе гидролиза разрушение целлюлозы происходит по длине волокна. Порошкообразная целлюлоза представляет собой короткие разрушенные волокна целлюлозы (рисунок 1, в, г). Толщина волокон целлюлозы в процессе гидролиза изменяется незначительно. Изменение длины волокна приводит к изменению всех свойств целлюлозы. Исследованы сравнительные свойства порошковой целлюлозы, полученной из сульфатной хвойной и лиственной целлюлозы, а также из сульфитной вискозной целлюлозы. Порошковая целлюлоза из сульфитной вискозной целлюлозы получена по оптимальным условиям, разработанным ранее [3].

В образцах порошковой целлюлозы определяли показатели, регламентируемые ТУ9199-005-12043303-2003 на порошковую целлюлозу для фармацевтической, медицинской и пищевой промышленности – СП, сорбционную способность по йоду, водоудерживающую способность, дополнительно были определены выход порошковой целлюлозы от исходного сырья, насыпная плотность и фракционный состав.

Свойства порошковой целлюлозы, полученной по оптимальным условиям, из различных видов волокнистой целлюлозы, представлены в таблице 2.

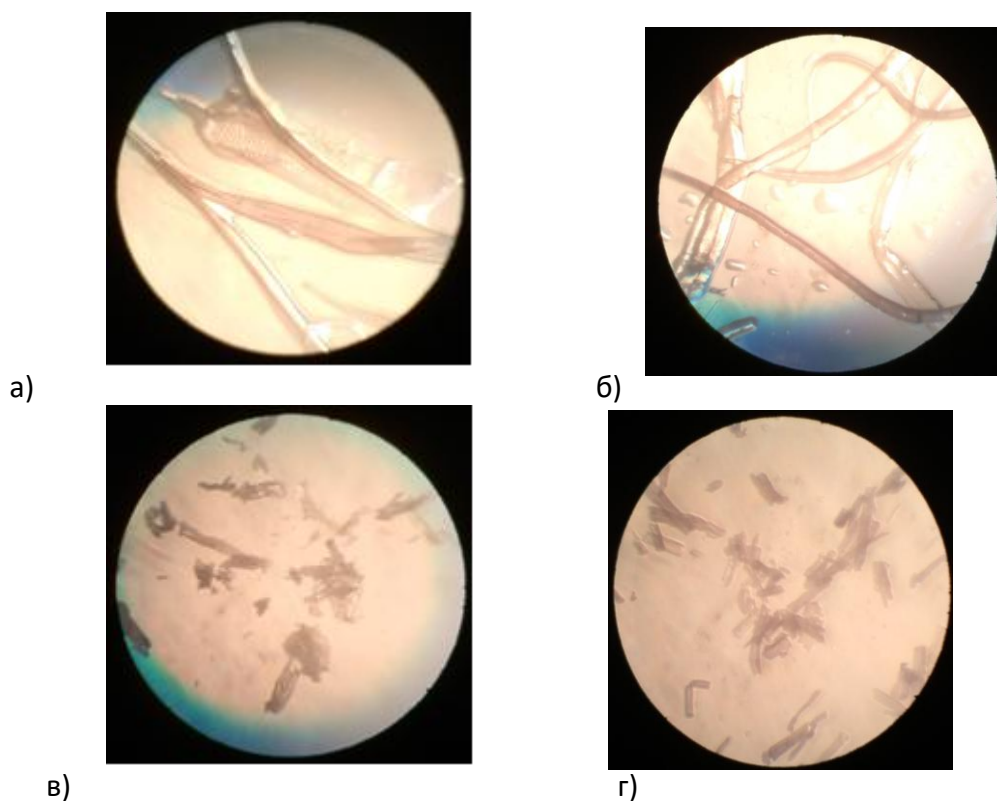


Рисунок 1 – Микрофотографии целлюлозы: а) – волокнистая хвойная беленая сульфатная целлюлоза; б) – волокнистая лиственная беленая сульфатная целлюлоза; в) – порошковая целлюлоза, полученная из сульфатной хвойной целлюлозы; г) – порошковая целлюлоза, полученная из сульфатной лиственной целлюлозы

Сравнительные исследования свойств порошковой целлюлозы показали, что наибольший выход имеет ПЦ, полученная из сульфитной вискозной целлюлозы, что объясняется ее способом получения и химическим составом. Сульфатной хвойная целлюлоза предназначена для бумажного производства и содержит достаточно гемицеллюлоз (в частности пентозанов), которые, разрушаясь при гидролизе совместно с аморфной частью целлюлозы, уменьшают выход ПЦ. Порошок из сульфатной целлюлозы отличается меньшей белизной, высокими значениями сорбционной и водоудерживающей способности, значительным содержанием отходов по сравнению с порошком из сульфитной вискозной целлюлозы. По показателям СП и насыпной плотности целлюлозные порошки практически не различаются.

Таблица 2

Результаты гидролиза хвойной и лиственной сульфатной беленой целлюлозы по оптимальным условиям

Показатели целлюлозы	Порошковая целлюлоза, полученная гидролизом			Нормы ТУ на пищевую целлюлозу
	сульфатной хвойной целлюлозы	сульфатной лиственной целлюлозы	сульфитной вискозной целлюлозы	
Выход, %	86,3	86,9	94,0	-
СП	235	245	240	не более 300
Белизна, %	81,1	80,5	87,4	белый цвет
Сорбционная способность по йоду, мг I ₂ /г целлюлозы	29,1	36,3	17,2	не менее 10
Водоудерживающая способность, %	75,2	83,0	60,1	не менее 30
Насыпная плотность, г/м ³	235	210	220	-

Фракционный состав, %:				
- отсортированная фракция;	91,2	87,5	98,8	-
- отходы	8,8	12,5	1,2	
Примечание: отсортированная фракция – частицы с размером менее 315 мкм, прошедшие через шелковое сито №32; отходы – частицы с размером более 315 мкм, остаток на сите №32.				

Изучение сорбционно-десорбционных процессов образцов порошковой целлюлозы с использованием азота показало, что наблюдается явление гистерезиса, т.е. несоответствие кривых адсорбции и десорбции (рисунок 2). На основании изотерм сорбции N_2 определены параметры капиллярно-пористой структуры образцов порошковой целлюлозы (таблица 3).

Из данных таблицы 3 видно, что ширина мезопор у хвойной порошковой целлюлозы меньше, чем у лиственной, что также подтверждается шириной гистерезиса (рисунок 2) – она более узкая для порошка из хвойной целлюлозы. По значениям ширины мезопор можно судить, что порошок имеет щелевидные поры. Микропоры в порошковой целлюлозе практически отсутствуют. Пересечение кривых адсорбции и десорбции свидетельствует о кристаллической структуре целлюлозного порошка.

Изучение структуры целлюлозного порошка методом рентгеноструктурного анализа показало, что порошковая целлюлоза обладает высокой степенью кристалличности. На рентгенограммах образцов порошковой целлюлозы показаны кривые интенсивности рентгеновского рассеяния (рисунок 3), а в таблице 4 - характеристика структуры порошковой целлюлозы.

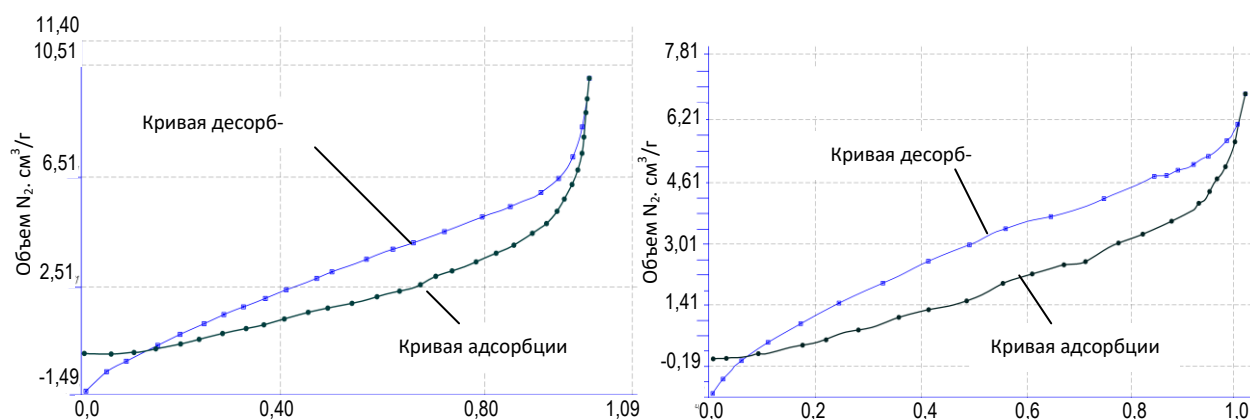


Рисунок 2 – Изотермы адсорбции-десорбции азота для образцов порошковой целлюлозы, полученных из: а) – хвойной беленой сульфатной целлюлозы; б) – лиственной беленой сульфатной целлюлозы

Таблица 3

Параметры	Порошковая целлюлоза, полученная из	
	сульфатной хвойной целлюлозы	сульфатной лиственной целлюлозы
Удельная поверхность, m^2/g	4,62	4,03
Суммарный объем пор, m^3/g	0,0161	0,0100
Суммарная площадь мезопор, m^2/g	5,65	4,39
Суммарный объем мезопор, m^3/g	0,0150	0,0093
Ширина мезопор, Å	19,87	25,57
Суммарная площадь микропор, m^2/g	0,837	1,453
Суммарный объем микропор, m^3/g	0,0003	0,0005

Оценка данных рентгеноструктурного анализа показала, что различий в надмолекулярной структуре образцов ПЦ не наблюдается, однако степень кристалличности несколько выше для целлюлозного порошка, полученного из хвойной целлюлозы, чем из лиственного сырья.

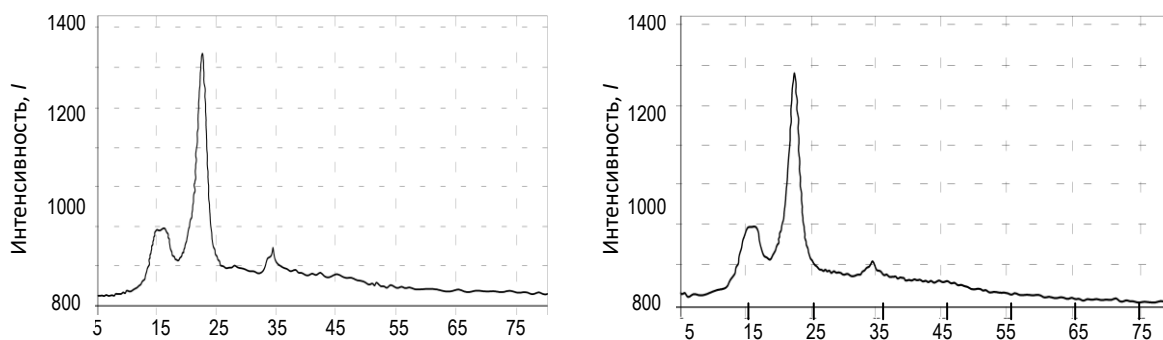


Рисунок 3 - Рентгенограммы образцов порошковой целлюлозы, полученных из: а) – хвойной беленой сульфатной целлюлозы; б) – лиственной беленой сульфатной целлюлозы

Таблица 4

Характеристика структуры порошковой целлюлозы

Порошковая целлюлоза, полученная из	СП	Степень кристалличности	Средний размер кристаллитов, Å
- хвойной целлюлозы	235	0,824	50,32
- лиственной целлюлозы	245	0,804	49,09

Таким образом, помощью математического планирования эксперимента разработан оптимальный режим гидролиза беленой сульфатной хвойной целлюлозы соляной кислотой с получением порошкообразной целлюлозы со степенью полимеризации не более 250, при максимальных выходе и белизне продукта. Образцы порошковой целлюлозы, полученные из сульфатной хвойной и лиственной целлюлозы по оптимальным условиям гидролиза хвойной целлюлозы, не уступают по качеству порошку из волокнистого сырья, применяемого для химической переработки. Показана возможность получения порошковой целлюлозы для пищевой, фармацевтической и медицинской промышленности из более доступного и дешевого сырья по сравнению с сульфитной вискозной целлюлозой.

Список литературы

1. Аутлов С.А., Базарнова Н.Г., Кушнир Е.Ю. Микрористаллическая целлюлоза: структура, свойства и области применения//Химия растительного сырья.–2013, №3.- С. 33-41.
2. Пен Р.З. Планирование эксперимента в Statgraphics. – Красноярск: СибГТУ-Кларетианум, 2003. – 246 с.
3. Хакимова Ф.Х., Ковтун Т.Н., Носкова О.А. Получение целлюлозного порошка из хлопковой и древесной целлюлозы//ИВУЗ «Лесной журнал». - 2001, №5-6. - С.113-118.

УДК 502.34

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭКО-ПРОГРАММЫ «ЗЕЛЕНый ПОЛИТЕХ» В ПЕРМСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Панькова Е.И.¹, Слюсарь Н.Н.¹

¹ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь

Ключевые слова: эко-программа, вуз, переработка, макулатура, зеленый кампус.

Аннотация. Представлены результаты внедрения экологической программы «Зеленый Политех», реализуемой активистами Пермского национального исследовательского поли-